

本节内容

带符号整数

表示和运算

(原/反/补)

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

带符号整数在计算机中的应用

带符号整数，即“整数”，-2、-1、0、1、2、3、4...

C 语言中的带符号整数：

```
short a=1;    //带符号整数（短整型，2B）  
int b=-2;     //带符号整数（整型，4B）
```

位数不同，可表示数值范围不同



- 带符号整数，在计算机硬件内，如何表示？
- 带符号整数的加法、减法运算是怎么用硬件实现的？

王道考研/CSKAOYAN.COM

2

本节总览

带符号整数的表示

原码

补码

反码

同一个含义，用不同的编码方式表示

我爱你

520

我爱你

我是普通人

请问520打算怎么过？

别爱我，没结果



王道考研/CSKAOYAN.COM

3

带符号整数的表示

该计算机硬件能支持的带符号整数位数有上限

通用寄存器只能存8位



Tips: 现在的个人计算机机器字长通常是64位，或至少32位



机器字长8位



运算结果

F

8 bit

ALU

控制信号
(如: 加/减/乘/除...)

8 bit

A

8 bit

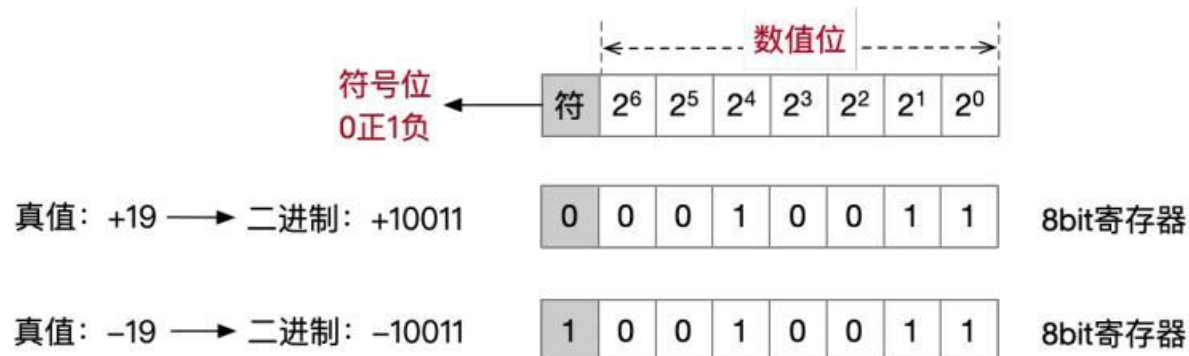
B

最多只能同时进行8位运算

王道考研/CSKAOYAN.COM

4

原码表示



常见书面写法: $x = -19$ $[x]_{\text{原}} = 1, 0010011$

若未指明机器字长, 也可写为: $[x]_{\text{原}} = 1, 10011$

- 原码:**
- ① 符号位“0/1”对应“正/负”, 剩余的数值位表示真值的绝对值
 - ② 若机器字长 $n+1$ 位, 带符号整数的原码表示范围: $-(2^n-1) \leq x \leq 2^n-1$
 - ③ 真值0有两种形式: +0 和 -0, $[+0]_{\text{原}} = 0, 0000000$; $[-0]_{\text{原}} = 1, 0000000$

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

原码的缺点



原码的缺点: 符号位不能参与运算, 需要设计复杂的硬件电路才能处理, 费钱! 贵!

用补码表示真值——符号位可以参与运算

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

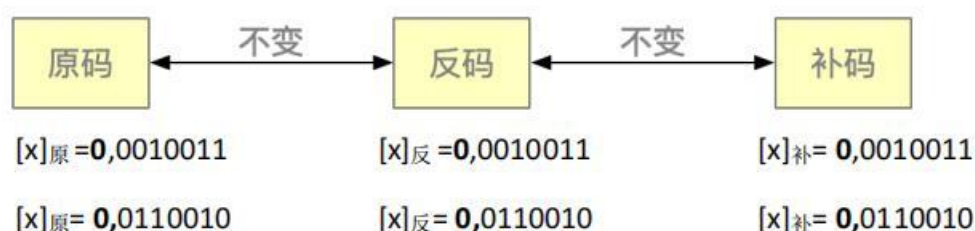
原码→反码→补码的转换（机算）

更便于人类理解

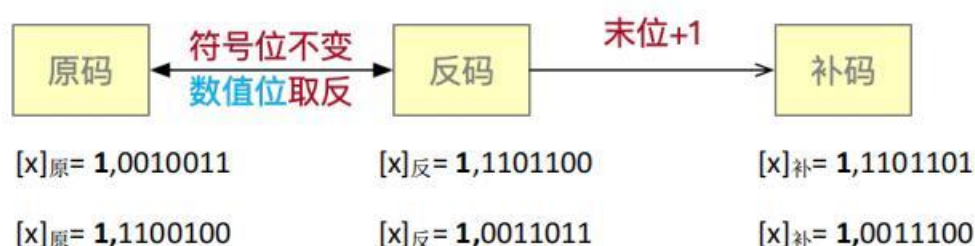
中间状态

更便于计算机运算

正数



负数



王道考研/CSKAOYAN.COM

7



原码、补码 快速转换技巧（手算）

更便于人类理解

更便于计算机运算

正数



负数



逆向转换方法一样

王道考研/CSKAOYAN.COM

8

补码的加法运算（例1）



计算机硬件如何做补码的加法：从最低位开始，按位相加（符号位参与运算），并往更高位进位

王道考研/CSKAOYAN.COM

9

补码的加法运算（例2）



计算机硬件如何做补码的加法：从最低位开始，按位相加（符号位参与运算），并往更高位进位

王道考研/CSKAOYAN.COM

10

补码的减法运算

$$[A]_{\text{补}} - [B]_{\text{补}} = ?$$

能不能减法变加法？

$$A - B = A + (-B)$$

$$[A]_{\text{补}} - [B]_{\text{补}} = [A]_{\text{补}} + [-B]_{\text{补}}$$

接下来要解决的问题：已知“减数”的补码，如何求其负值的补码表示？



$$x = 19 \quad [x]_{\text{补}} = 0,0010011 \xrightarrow[\text{按位取反}]{\text{全部位}} 1,1101100 \xrightarrow[\text{末位+1}]{\text{末位+1}} 1,1101101$$

$$-x = -19 \quad [-x]_{\text{补}} = 1,1101101 \xrightarrow[\text{按位取反}]{\text{全部位}} 0,0010010 \xrightarrow[\text{末位+1}]{\text{末位+1}} 0,0010011$$



是什么蒙蔽了我的双眼



贫穷是理智消费的基础

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

对比：无符号整数的减法运算

A : 99 → 二进制: 1100011

B : 9 → 二进制: 1001

A : 99 → 二进制: 1100011

A-B=90 → 二进制: 1011010

0 1 1 0 0 0 1 1

8bit寄存器

0 0 0 0 1 0 0 1

8bit寄存器

0 1 1 0 0 0 1 1

8bit寄存器

1 1 1 1 0 1 1 1

“减数”B的变形

减法变加法

1 0 1 0 1 1 0 1 0

8bit寄存器

计算机硬件如何做无符号整数的减法：

- ① “被减数”不变，“减数”全部位按位取反、末位+1，减法变加法
- ② 从最低位开始，按位相加，并往更高位进位



王道考研/CSKAOYAN.COM

12

补码的减法运算（例3）



优点：用同一套电路即可处理所有的加减法，省钱！

“减数”全部位按位取反、末位+1

$$[A]_{\text{补}} - [B]_{\text{补}} = [A]_{\text{补}} + [-B]_{\text{补}}$$

计算机硬件如何做带符号数补码的减法：

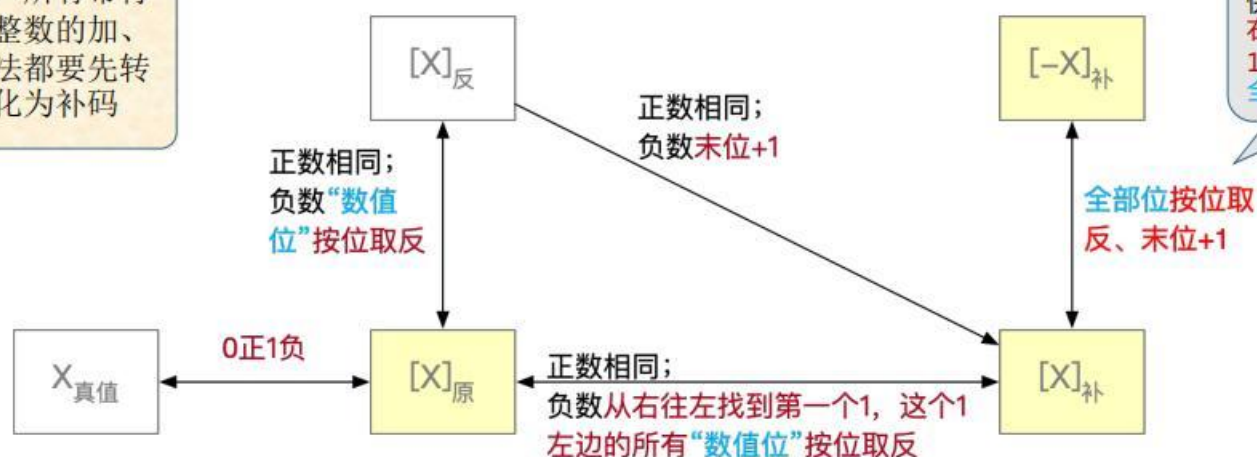
- ① “被减数”不变，“减数”全部位按位取反、末位+1，减法变加法
- ② 从最低位开始，按位相加，并往更高位进位

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

知识回顾与重要考点

Tips：计算机内部，所有带符号整数的加、减法都要先转化为补码



计算机硬件如何做带符号数补码的加法：从最低位开始，按位相加（符号位参与运算），并往更高位进位

计算机硬件如何做带符号数补码的减法：

- ① “被减数”不变，“减数”全部位按位取反、末位+1，减法变加法
- ② 从最低位开始，按位相加，并往更高位进位

王道考研/CSKAOYAN.COM

14

 @王道论坛	 @王道计算机考研备考 @王道咸鱼老师-计算机考研 @王道楼楼老师-计算机考研	 @王道计算机考研
 @王道计算机考研	 微信视频号 @王道计算机考研	 微信公众平台 @王道在线